

УДК 551.214(265)

О ВОЗМОЖНОЙ ПОДВОДНОЙ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ В РАЙОНЕ ОСТРОВОВ ЧЕРНЫЕ БРАТЬЯ (КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА)

© 2003 В.И. Бондаренко¹, В.А. Рашидов²

¹ Костромской Государственный Университет им. Некрасова, 156000, Кострома, ул. 1 Мая, 14. Факс: (0942)311322; e-mail: kgpu@kosnet.ru;

² Институт вулканической геологии и геохимии ДВО РАН, 683006, Петропавловск-Камчатский, бульвар Пийна, 9. Факс: (415-22)59130; e-mail: rashidva@kcs.iks.ru

В пределах вулканического массива Черных Братьев выделены две кальдеры - кальдера Горшкова и Внешняя кальдера Горшкова. На островах Черные Братья насчитывается 13 вулканических построек, три из которых – действующие вулканы. Остров Чирпой характеризуется высокой фумарольной активностью. По данным морских вулканологических исследований зафиксированы акустические аномалии, которые, вероятно, связаны с подводной газогидротермальной активностью.

В 1982-1991 гг. в пяти вулканологических экспедициях НИС «Вулканолог» сотрудниками Института вулканологии и Института вулканической геологии и геохимии ДВО РАН выполнены геолого-геофизические исследования вулканического массива Черных Братьев. Проведены эхолотный промер, непрерывное сейсмоакустическое профилирование (НСП) в модификации метода «центрального луча», модульная гидромагнитная съемка (ГМС), драгирование, газогидрохимические исследования и геологические маршруты на островах.

СТРУКТУРНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ, СТРОЕНИЕ И ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ВУЛКАНИЧЕСКОГО МАССИВА ЧЕРНЫХ БРАТЬЕВ

Вулканический массив Черных Братьев располагается на пересечении Большой Курильской Гряды и Броутонской поперечной вулканической зоны (рис. 1). Размеры массива по основанию – 33 × 35 км. На юго-востоке основание массива на глубинах 1600-1300 м сливается с основанием хребта Архангельского. На юге небольшая ложбина с плоским дном на глубинах 200-250 м отделяет его от подводной 100-150 метровой террасы, протягивающейся в северо-восточном направлении от о. Уруп. На юго-западе, западе и севере склоны массива опускаются в Курильскую котловину и на глубинах 2900 – 3000 м погружаются под осадочные отложения последней.

Судя по данным НСП, массив сложен, главным образом, плотными вулканогенными породами. В верхней части склонов массива они выходят на

поверхность дна. В средней и нижней частях склоны перекрываются маломощным чехлом рыхлых отложений. Очень широкое распространение на склонах массива получили оползневые процессы.

В пределах вулканического массива Черных Братьев выявлены две подводные кальдеры – кальдера Горшкова и Внешняя кальдера Горшкова (Бондаренко, Рашидов, 2002, 2003а, 2003б; Bondarenko et al., 2003) (рис. 2).

В привершинной части массива, между островами Чирпой и Брат Чирпоев, в рельефе дна с глубинами до 400 м обнаружена крупная кальдера размером 7.5 × 11.5 км - кальдера Горшкова (Антонов и др., 1983; Бондаренко, Рашидов, 2002, 2003а, 2003б).

Кальдера, ограниченная с востока и запада крупными дуговыми разломами, четко выражена в рельефе «акустического фундамента» (рис. 3). В окрестностях впадины на поверхность дна выходят плотные вулканические породы. Они слагают подводный вал, прослеживающийся на профилях эхолотного промера и НСП от п-ова Лапка на о. Чирпой до юго-восточного окончания о. Брат Чирпоев. Фрагментом этого вала, возвышающимся над уровнем моря, является п-ов Лапка.

Амплитуда погружения дна кальдеры по ограничивающим ее разломам превышает 800 м. Острова Черные Братья представляют собою посткальдерные вулканические постройки.

Мощность кальдерных отложений, заполняющих впадину между островами, превышает 600 м, а их строение отражает неустойчивый режим формирования этой толщи, обусловленный нестабильностью условий осадконакопления.

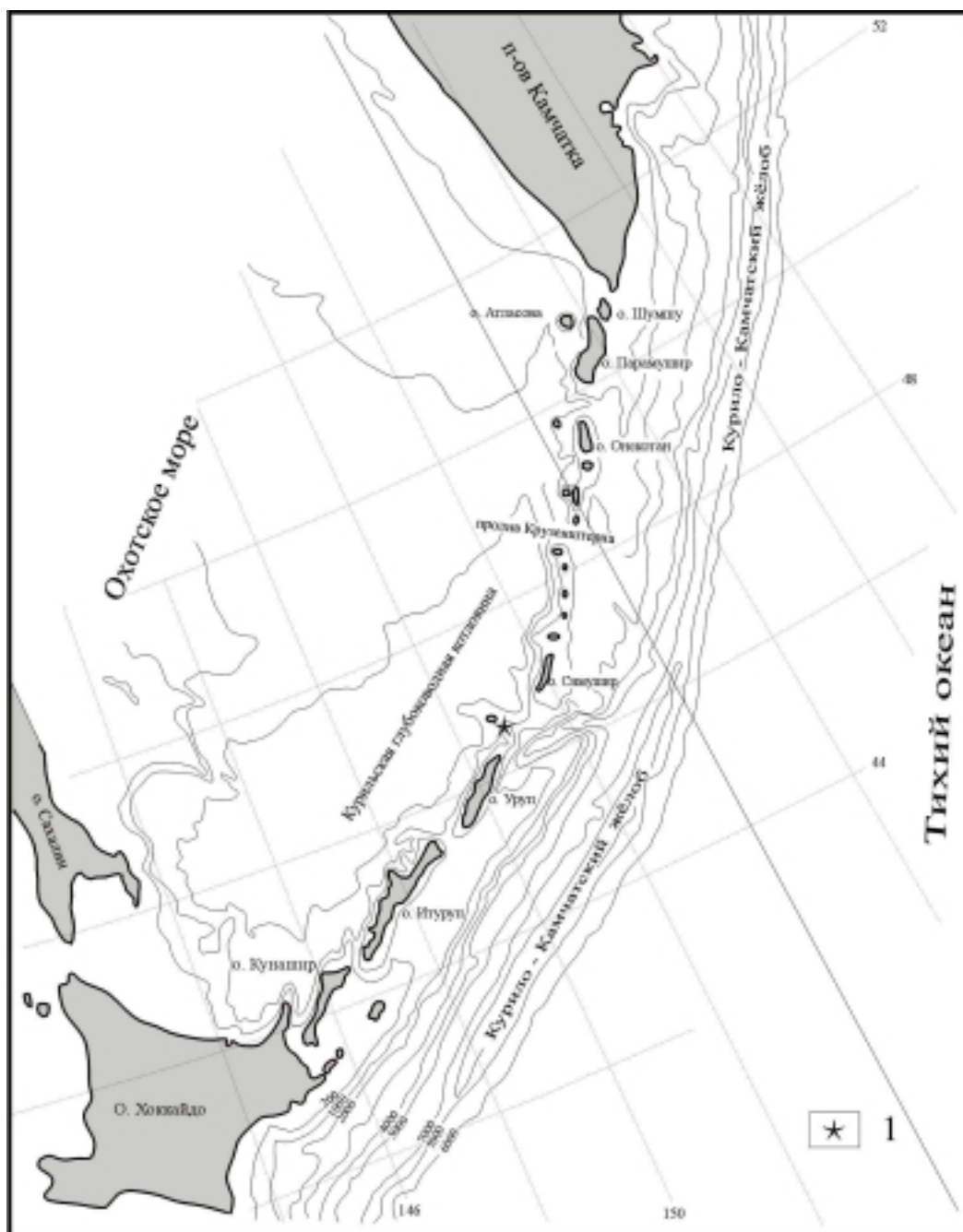


Рис. 1. Местоположение вулканического массива Черных Братьев. 1- вулканический массив Черных Братьев.

С юга и юго-востока к кальдере Горшкова при-
мыкает обширная подводная терраса, расположенная
на глубинах 100-150 м. Эти глубины соответствуют
понижению уровня океана во время последнего
оледенения. Ширина террасы достигает 5-7 км. У
внешней кромки террасы отмечен подводный вал. На
ряду профилей этот вал очень отчетливо выражен как
в рельефе дна, так и в рельефе поддонных отража-
ющих границ. Судя по характеру сейсмоаку-
стического изображения, он сложен плотными
вулканическими породами. С внутренней стороны

вал обрезается крупными разломами. Фрагменты
этого вала отчетливо прослеживаются к юго-западу
и юго-востоку от островов Черные Братья. Менее
уверенно они прослеживаются к югу и востоку от
островов. Этот вал представляет собою остатки
гребня более древней кальдеры – Внешней
кальдеры Горшкова, вытянутой в субмеридио-
нальном направлении и имеющей размер 15 км ×
20 км (Бондаренко, Рашидов, 2002, 2003а, 2003б).
Амплитуда погружения дна этой кальдеры в юго-
восточной части не менее 700 м.

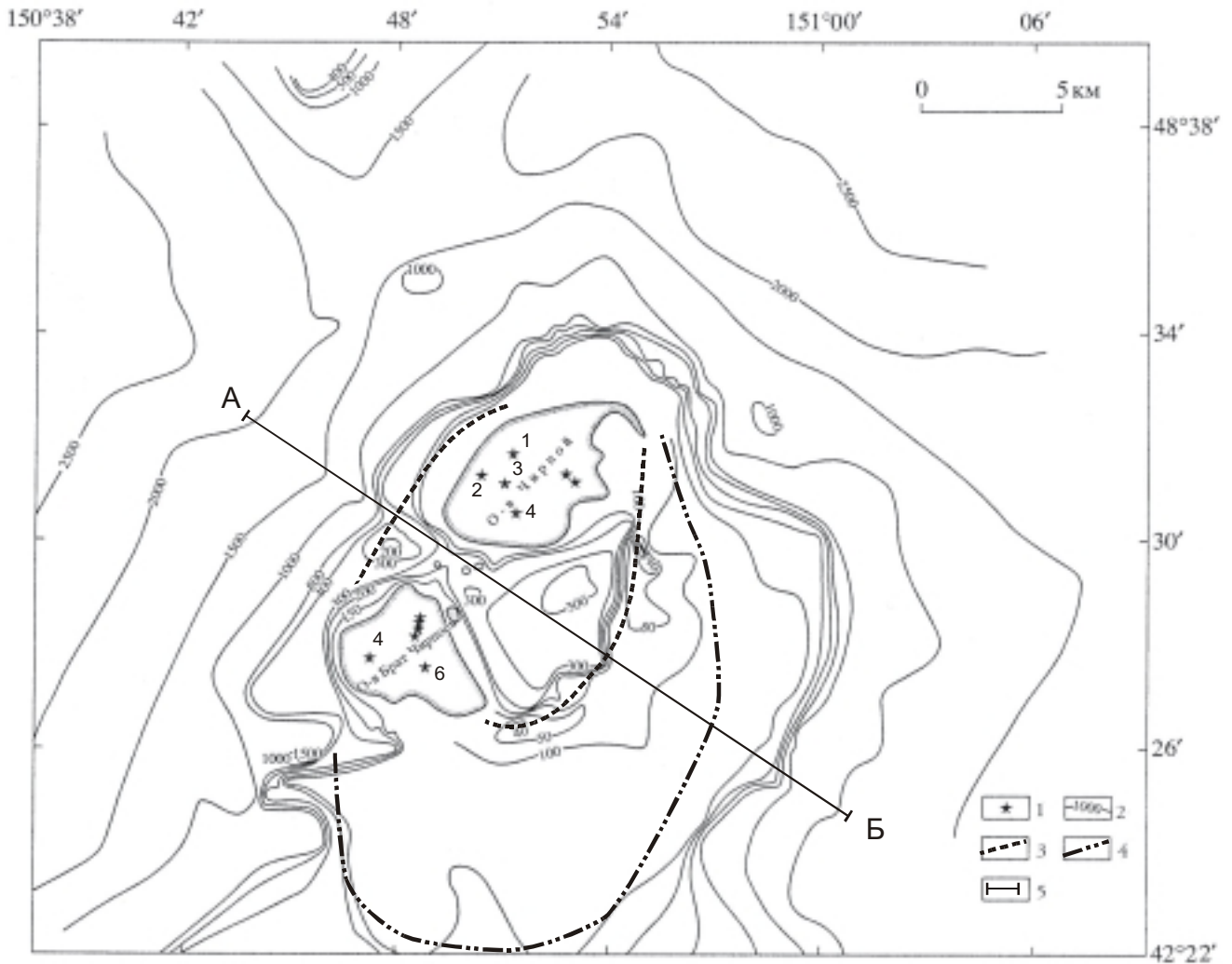


Рис. 2. Батиметрическая карта вулканического массива Черных Братьев. 1 – наземные вулканические постройки; 2 – изобаты, м; 3 – кальдера Горшкова; 4 – Внешняя кальдера Горшкова; 5 – геофизический и гидролого-гидрохимический профиль. Цифрами обозначены: 1 – вулкан Чирпой; 2 – вулкан Чирпой Второй; 3 – вулкан Черного; 4 – вулкан Сноу; 5 – вулкан Брат Чирпоев; 6 – вулканическая постройка конуса 528 м.

Борта кальдеры Горшкова и Внешней кальдеры Горшкова четко трассируются в магнитном поле высокоградиентными зонами, в пределах которых горизонтальный градиент магнитного поля достигает 1200 нТл/км (рис. 3). В этих зонах плановое положение бортов кальдер совпадает с экстремумами кривых (ΔT) (Бондаренко, Рашидов, 2003б).

Вулканический массив Черных Братьев прошел длительную и сложную историю развития. В его эволюции можно выделить пять этапов: древний докальдерный, древний кальдерный, межкальдерный, молодой кальдерный и современный посткальдерный (Бондаренко, Рашидов, 2002, 2003а, 2003б; Bondarenko et al., 2003).

Вероятнее всего, вулканический массив Черных Братьев начал формироваться в среднем - раннем плейстоцене, а возможно, и в неогене. В это же

время была образована и Внешняя кальдера Горшкова.

Время образования кальдеры Горшкова может соответствовать мощной вспышке кислого вулканизма в интервале от 40-45 до 30-35 тыс. лет назад, проявившейся на всем протяжении Курило-Камчатской островной дуги (Камчатка..., 1974; Мелекесцев, 1980). Вблизи краев кальдеры, на ее длинной оси, сформировались вулканические постройки островов Чирпой и Брат Чирпоев. Эти вулканические постройки в настоящее время занимают около половины площади кальдеры Горшкова, частично перекрывая ее борт.

На заключительном этапе, в интервале середина позднего плейстоцена - ранний голоцен, внутри кальдеры возобновилась вулканическая деятельность, продолжающаяся до сих пор.

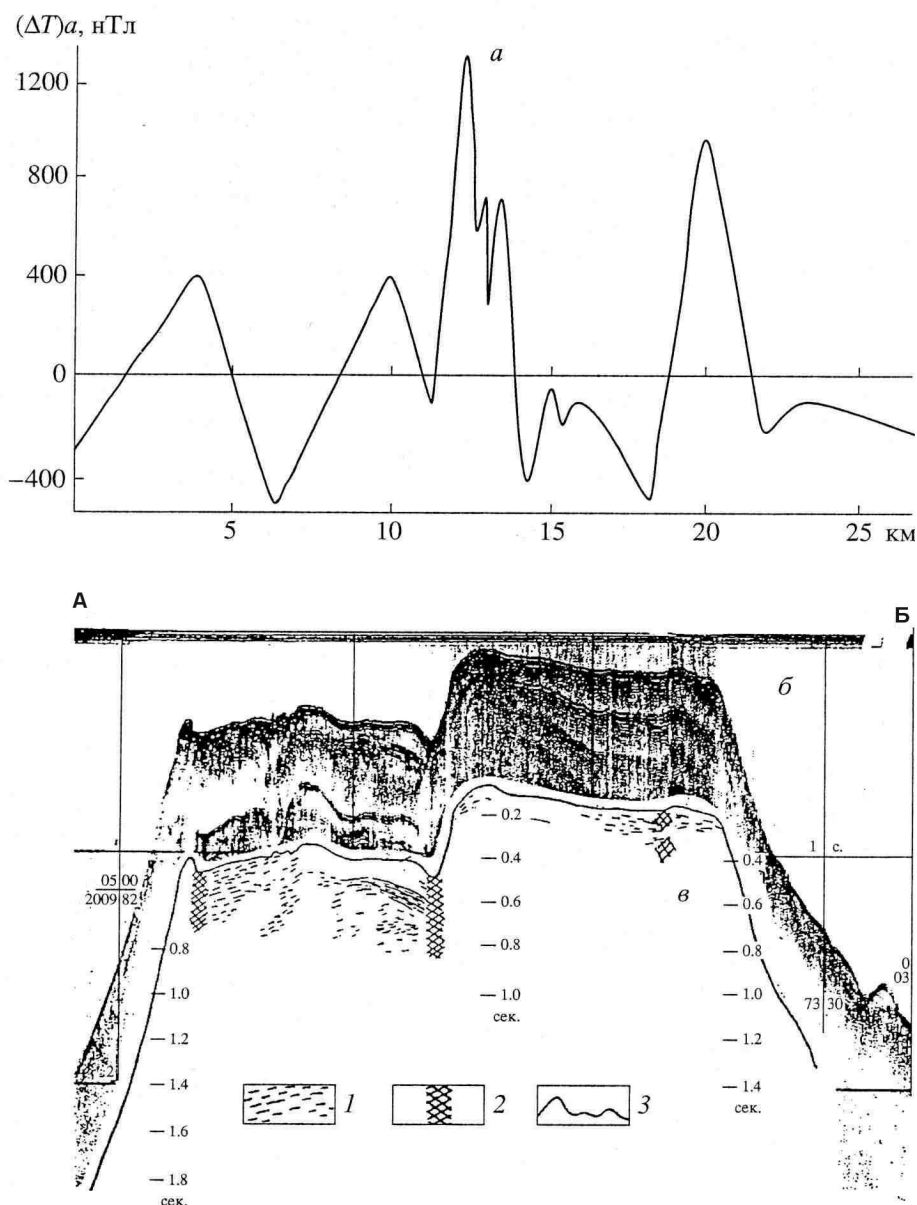


Рис. 3. Изменение аномального магнитного поля (а), фрагмент сейсмограммы НСП (б) и временной разрез (в) по профилю А-Б. 1 – отражающие границы; 2 – кальдеро-образующие разломы; 3 – выходы «акустического фундамента». Положение профиля см. на рис. 2.

Суммарный объем изверженного и терригенного материала в пределах вулканического массива Черных Братьев может превышать 1000-1300 км³. Объем современных построек островов Черные Братья – порядка 25 км³ (Бондаренко, Рашидов, 2003б).

На островах Черные Братья насчитывается 13 вулканических построек (рис. 2), три из которых – действующие вулканы (Апродов, 1982; Горшков, 1954, 1957, 1967; Гущенко, 1979; Камчатка, 1974; Global ..., 1989; Gorshkov, 1958; Newhall, Dzyrizin, 1988; Simkin, Siebert, 1984; Sigursson et al., 2000).

Наиболее крупные вулканы, расположенные на острове Чирпой – Чирпой, Чирпой Второй, Черного и Сноу (рис. 4 на третьей странице обложки), а на острове Брат Чирпоев – вулкан Брат Чирпоев. Они представляют собой стратовулканы, сложенные чередующимися прослоями лав и пирокластического материала (Гущенко, 1979; Подводный..., 1992; Федорченко и др., 1989).

Возраст наиболее древних вулканов о. Чирпой – Чирпой и Чирпой Второй – средний плейстоцен –

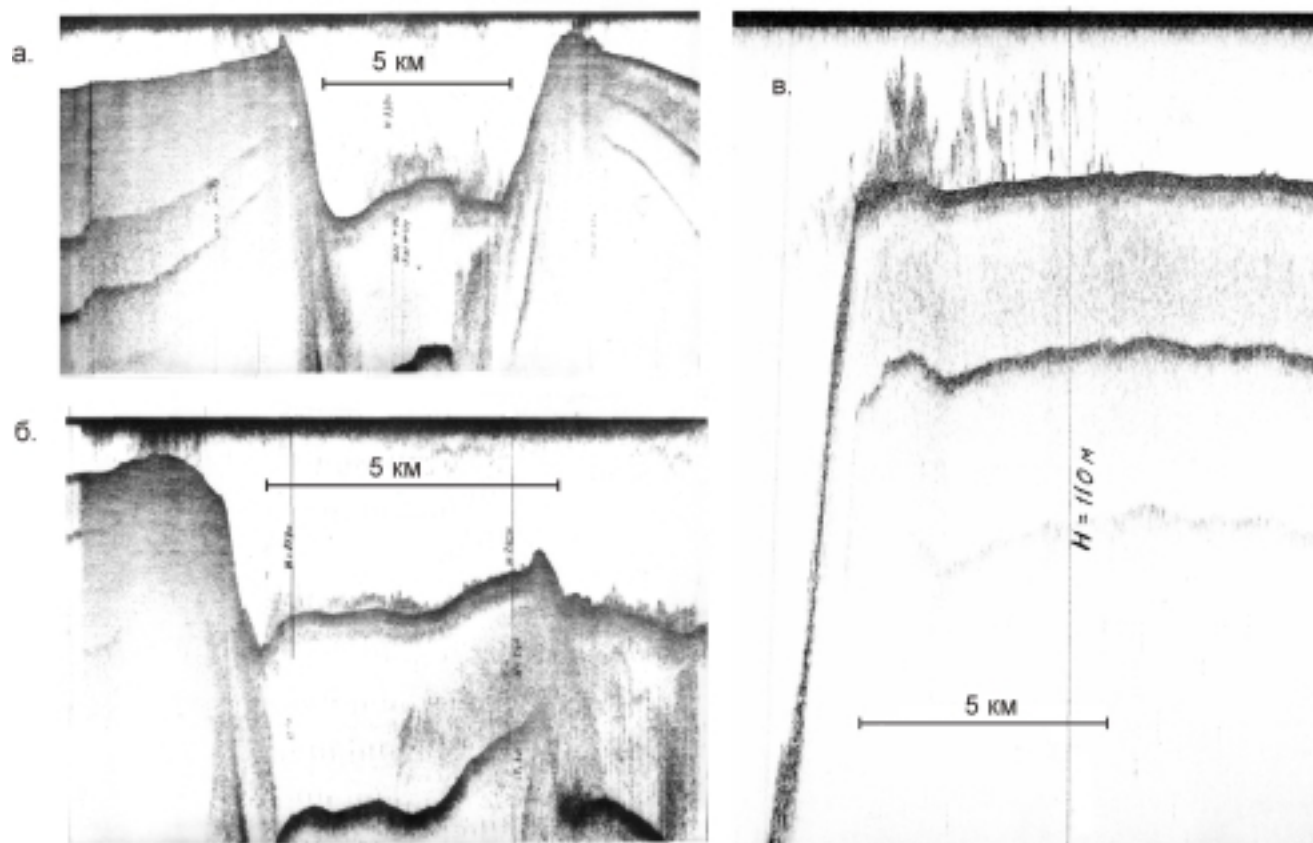


Рис. 5. Акустические помехи в водной толще вулканического массива Черных Братьев, зафиксированные на самописце эхолота WD-110M, центральная частота 12.5 кГц.

первая половина голоцена (Апродов, 1982; Горшков, 1967; Камчатка..., 1974).

На о. Брат Чирпоев фрагментом раннеголоценовой, а возможно и позднелейстоценовой вулканической постройки, является конус высотой 528 м (Камчатка..., 1974).

Вулканы Сноу, Черного, Брат Чирпоев и все другие вулканические постройки на островах Черные Братья возникли во второй половине голоцена (Горшков, 1954, 1957, 1967; Камчатка..., 1974).

Извержения вулканов Черного и Сноу и их фумарольная активность неоднократно отмечались в XVIII-XX веках (Влодавец, 1947; Горшков, 1954, 1957, 1967; Гущенко, 1979; Иванов и др., 1984; Крашенинников, 1775; Сноу капитан, 1902; Федотов и др., 1986; Чирков и др., 1972; Global..., 1989; Gorshkov, 1958; Sapper, 1917; Simkin, Siebert, 1994; Sigursson et al., 2000; Steinberg G.S., Pisknov, 1989). Вулкан Брат Чирпоев в настоящее время признаков вулканической активности не проявляет, но, очевидно, в середине XVIII века он проявлял сольфатарную деятельность (Горшков, 1954, 1957, 1967; Гущенко, 1979; Gorshkov, 1958). Самой молодой вулканической постройкой является вулкан Сноу,

который образовался в период 1769-1810 гг. (Горшков, 1954, 1957, 1967; Gorshkov, 1958). Последнее кратковременное эксплозивное извержение вулкана Сноу на острове Чирпой было отмечено в ноябре 1982 г. (Иванов и др., 1984; Федорченко и др., 1989).

В 1982-1987 гг., во время проведения экспедиционных работ на НИС «Вулканолог», в кратере и на северо-западном склоне вулкана Черного, а также в привершинной части вулкана Сноу отмечалась фумарольная активность.

По устному сообщению сотрудника Института морской геологии и геофизики ДВО РАН А.В. Рыбина, основная фумарольная деятельность в настоящее время сосредоточена в кратере вулкана Черного и на его западном склоне. Температура фумарольных газов изменяется от 134 до 398°C.

В проливе Сноу между островами Чирпой и Брат Чирпоев, к северо-востоку от берега последнего, возвышается скала Морская Выдра, представляющая собой самостоятельный вулканический конус (Федорченко, 1989) или древний боковой экструзивный купол (Горшков, 1954, 1957, 1967). В 1972 г. в проливе Сноу, возможно, произошло подводное извержение (Гущенко, 1979).

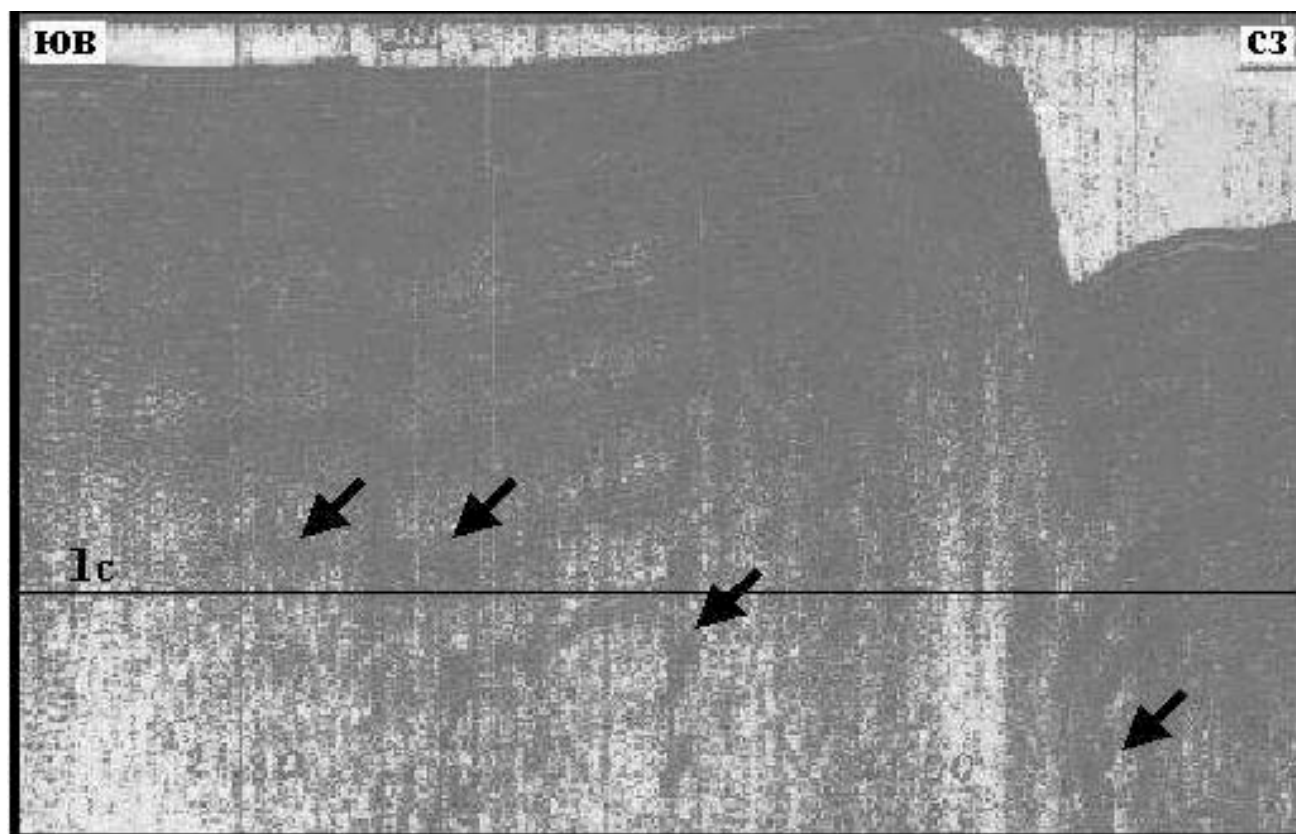


Рис. 6. Фрагмент сейсмограммы НСП по профилю, пересекающему юго-восточный борт кальдеры Горшкова. Стрелками показаны «яркие пятна», обусловленные, возможно, повышенной газонасыщенностью в придонной части разреза.

Строение вулканического массива и его эволюция отражают эволюцию магматического очага. Огромные размеры массива, длительная вулканическая активность свидетельствуют о существовании здесь на глубине очень большого магматического очага, приуроченного к месту пересечения двух активных зон – Большой Курильской гряды и поперечной зоны Броутона. Образование крупных кальдер свидетельствует о формировании здесь на небольших глубинах крупных периферических очагов (Lipman, 1984, Williams, 1941). На возможное существование в настоящее время под островом Чирпой промежуточной магматической камеры на глубинах 2-10 км указывают Г.И. Аносов и др. (1989), а по данным (Авдейко, Краснов, 1985) в пределах вулканического массива Черных Братьев можно предполагать наличие очагов магмы на небольших глубинах.

По-видимому, с этим очагом следует связывать последние вулканические извержения в пределах массива, так же как и вероятные новые извержения вулканов Черного и Сноу в ближайшем будущем. В то же время характер развития массива свидетельствует о последовательном ослаблении интенсивности вулканизма и сосредоточении его в районе

современных островов Черные Братья, что может указывать на постепенное истощение и остывание глубинного магматического очага.

АКУСТИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ В ВОДНОЙ ТОЛЩЕ

Во время проведения работ в 29 рейсе НИС «Вулканолог» в пределах вулканического массива Черных Братьев на записях самописца эхолота были обнаружены многочисленные акустические аномалии, находящиеся в водной толще (Bondarenko et al., 2003) (рис. 5). Эти аномалии прослеживаются на ряде взаимопересекающихся профилей и сосредоточены, в подавляющем большинстве, в пределах кальдеры Горшкова.

Аналогичные акустические помехи в водной толще, вызванные гидротермальными проявлениями, были отмечены у северного побережья Исландии (Hannigton et al., 2001), около острова Милос из группы Кикладских островов в Средиземном море (Dando et al., 1995), на подводных вулканах Пийпа в Алеутской островной дуге (Селиверстов, 1998), Эсмеральда, Фукудзин и

А - Б

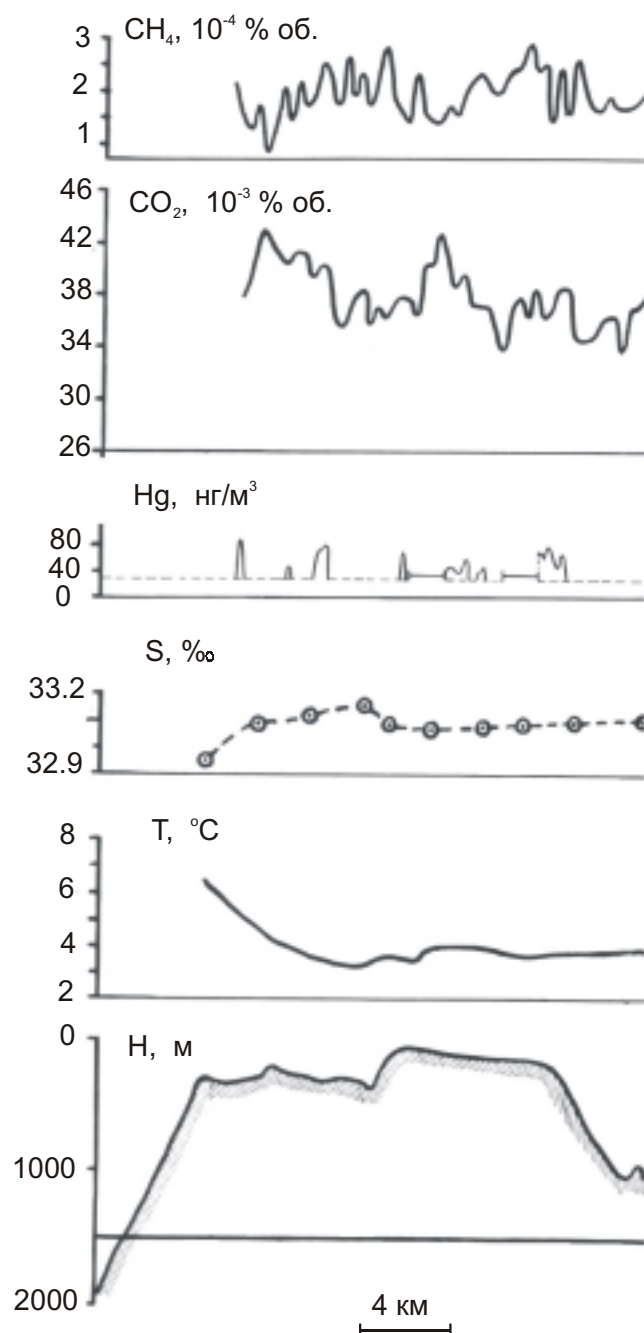


Рис. 7. Изменение содержаний метана, углекислого газа, ртути, солености, температуры в поверхностном слое морской воды и рельеф дна по профилю А-Б. Положение профиля см. на рис. 2. Построил Г.М. Гавриленко.

Манами-Хиоши в Марианской островной дуге (Гавриленко, 1998; Рашидов, 2001), в кальдере Денем, расположенной на острове Рауль, и вулкане Руссиан в островной дуге Кермадек (Гавриленко, 1997; Worthington et al., 1999), а также и в других вулканически-активных районах Тихого океана (Егоров, 2001).

На профилях НСП, отработанных в районе вулканического массива Черных Братьев в период 1982-1987 гг., во многих местах отмечаются аномалии сейсмоакустического изображения – появляются участки с хаотическим рисунком не протяженных осей синфазности сигнала, «яркие пятна». Последние особенно отчетливо проявляются в усилении интенсивности кратных отражений (рис. 6). Одной из причин появления подобных аномалий может быть повышенная газонасыщенность разреза, обусловленная гидротермальной деятельностью (Бондаренко, Надежный, 1987; Стефанон, 1984; Hovland, Judd, 1988). Участки с аномальным характером сейсмоакустического изображения распространены как в пределах кальдеры Горшкова, так и снаружи, главным образом, в пределах террасы к юго-востоку и востоку от нее. К сожалению, из-за небольших размеров этих участков, обычно очень сложно прокоррелировать их по соседним профилям.

Не исключено, что отмеченные аномалии могут быть вызваны скоплением рыбы или гидрологическими причинами.

Для определения природы гидроакустических аномалий в проливе Сноу был отработан гидролого-гидрохимический профиль, юго-восточного простирания (рис. 2).

Полученные результаты не дали прямого однозначного ответа.

В приповерхностном слое морской воды над кальдерой Горшкова наблюдается обратная зависимость между температурой и соленостью, а также между содержанием растворенных в морской воде углекислого газа и метана в направлении с северо-запада на юго-восток (рис. 7). Точки перегиба кривых располагается над местом проявления акустических аномалий на юго-восточном борту кальдеры Горшкова. Над Внешней кальдерой Горшкова температура и соленость остаются, практически, постоянными, а содержание растворенных в морской воде углекислого газа и метана имеет обратную зависимость.

Над местами проявления акустических аномалий зафиксированы локальные участки повышения содержания ртути, растворенной в морской воде, которая является надежным индикатором выявления зон подводной гидротермальной разгрузки (Гавриленко, 1997).

Учитывая все имеющиеся данные: современную вулканическую активность вулканов Сноу и Черного, сведения о возможном подводном извержении в проливе Сноу в 1972 г., предполагаемое наличие магматических очагов на небольших глубинах в пределах вулканического массива Черных Братьев,

наличие «ярких пятен» на сейсмограммах НСП, локальные участки повышенного содержания растворенной в морской воде ртути, мы, с большой долей вероятности, можем предположить, что зарегистрированные акустические аномалии связаны с подводной газогидротермальной активностью.

По геологическим условиям своего местонахождения, строению, составу газов, наличию «ярких» пятен на сейсмограммах НСП отмеченные проявления относятся по классификации, принятой в работе (Егоров, 2001), к гидротермальному типу газовых просачиваний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований, выполненных с борта НИС «Вулканолог», получены новые оригинальные данные о строении, эволюции и вулканической активности вулканического массива Черных Братьев.

Долгоживущий вулканический центр Черных Братьев прошел длительную и сложную историю развития, самую сложную среди вулканических центров Броутонской поперечной вулканической зоны.

В его развитии выделено пять этапов. Суммарный объем изверженного в данном районе вулканического материала превышает 1000-1300 км³.

В пределах вулканического массива Черных Братьев в водной толще отмечены многочисленные акустические аномалии, которые, вероятнее всего, связаны с подводной газогидротермальной активностью.

Не вызывает сомнений необходимость продолжения всестороннего комплексного изучения массива Черных Братьев, являющегося интереснейшим вулканическим долгоживущим центром в пределах Курильской островной дуги.

Авторы выражают искреннюю признательность д.г.-м. н. Н.И. Селиверстову за критическое рассмотрение работы, сделанные замечания и ценные советы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Авдейко Г.П., Краснов С.Г. Сульфидные руды и их связь с подводными вулканами и гидротермами островных дуг // Вулканология и сейсмология. 1985. № 4. С. 26-39.

Антонов А.Ю., Авдейко Г.П., Бондаренко В.И., Вольнец О.Н. Подводная кальдера Г.С. Горшкова (Курильские острова) // Тихий океан. Геология, геоморфология, магматизм. Тез. докл. I Тихоокеан. Шк. Мор. Геол. и геоф. Владивосток, 1983. С. 130-131.

Аносов Г.И., Аргентов В.В., Абдурахманов А.И. и др. Глубинное строение кальдеры Горшкова

(Курильские острова) // Вулканология и сейсмология. 1989. № 5. С. 28-34.

Апродов В.А. Вулканы. М.: Мысль, 1982. 367 с.

Бондаренко В.И., Надежный А.М. Акустические неоднородности осадочного чехла в районе предполагаемого газогидротермального выхода у о. Парамушир // Вулканология и сейсмология. 1987. № 2. С. 100-104.

Бондаренко В.И., Рашидов В.А. Новые сведения о строении подводных вулканических массивов Черных Братьев и Эдельштейна // РАН. ДВО. ИВГиГ. Тез. докл. Ежегодной научной сессии, посвященной дню Вулканолога. Петропавловск-Камчатский, 2002. С. 35-38.

Бондаренко В.И., Рашидов В.А. Эволюция вулканического массива Черных Братьев (Курильские острова) // Геодинамика, магматизм и минерализация континентальных окраин Севера Пацифики. Том 2. Магадан, 2003а. С. 172-174.

Бондаренко В.И., Рашидов В.А. Вулканический массив Черных Братьев (Курильские острова) // Вулканология и сейсмология. 2003б. № 3. С. 35-51.

Владавец В.И. Вулканы Советского Союза. М.: Гос. из-во географич. литературы, 1947. 163 с.

Гавриленко Г.М. Подводная вулканическая и гидротермальная деятельность как источник металлов в железо-марганцевых образованиях островных дуг. Владивосток: Дальнаука, 1997. 164 с.

Горшков Г.С. Хронология извержений вулканов Курильской гряды (1713 - 1952) // Тр. Лаб. вулканологии. М.: Из-во АН СССР, 1954. С. 58-99.

Горшков Г.С. Каталог действующих вулканов Курильских островов // Бюл. вулканол. станций. 1957. № 25. С. 98-178.

Горшков Г.С. Вулканизм Курильской островной дуги. М.: Наука, 1967. 288 с.

Гущенко И.И. Извержения вулканов мира. Каталог. М.: Наука, 1979. 475 с.

Егоров Ю.О. Геологическое строение и газонасыщенность морских осадков современных вулканических областей. Владивосток: Дальнаука, 2001. 138 с.

Иванов Б.В., Чирков А.М., Дубик Ю.М. и др. Состояние действующих вулканов Камчатки и Курильских островов в 1982 г. // Вулканология и сейсмология. 1984. № 4. С. 104-110.

Камчатка, Курильские и Командорские острова / Отв. ред. И.В. Лучицкий. М.: Наука, 1974. 528 с.

Крашенинников С.П. Описание земли Камчатки. СПб.: Наука, Петропавловск-Камчатский: Камшат, 1994. Репринт 1 изд. СПб., 1775. Т. 1. С. 112-113.

Мелекесцев И.В. Вулканизм и рельефообразование. М.: Наука, 1980. 211 с.

Подводный вулканизм и зональность Курильской островной дуги / Отв. ред. Пушаровский Ю.М. М.: Наука, 1992. 528 с.

Рашидов В.А. Геомагнитные исследования подводных вулканов Минами-Хиоси и Фукудзин (Марианская островная дуга) // Вулканология и сейсмология. 2001. № 5. С. 55-64.

Селиверстов Н.И. Строение дна камчатских акваторий и геодинамика зоны сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг. М.: Научный мир, 1998. 164 с.

Сноу капитан. Курильская гряда // Зап. Об-ва изуч. Амурского края. Т. 8. Вып. 1. Владивосток, 1902. 119 с.

Стефанон А. Акустические характеристики газонасыщенных осадков северной части Адриатического моря // Акустика дна океана. / Под ред. У. Купермана и Ф.М. Енсена. М.: Мир, 1984. С. 59-64.

Федорченко В.И., Абдурахманов А.И., Родионова Р.И. Вулканизм Курильской островной дуги: геология и петрогенезис. М.: Наука, 1989. 237 с.

Федотов С.А., Иванов Б.В., Гущенко И.И. и др. Вулканическая деятельность в Курило-Камчатской зоне в 1980-1984 гг. // Вулканология и сейсмология. 1986. № 2. С. 3-20.

Чирков А.М., Барабанов Л.Н., Баширина Л.А., Зеленов К.К. Состояние некоторых вулканов Курильской островной дуги летом 1970 г. // Бюл. вулканол. станций. 1972. № 48. С. 33-39.

Bondarenko V.I., Gavrilenko G.M., Rashidov V.A. Evolution of the Chernye Bratia volcanic massif (Kurile Islands) // 3rd International Workshop Basement Volcanoes Interplay and Human Activities. August 23-25, 2003. Kamchatka, Russia. P. 9.

Dando P. R., Hugnes J. A., Leahy Y. et al. Gas venting rates from submarine hydrothermal areas around the island of Milos, Hellenic Volcanic Arc // Continental Shelf Research. 1995. V. 15. № 8. P. 913-929.

Global Volcanism 1975-1985. Editors: McClelland L., Simkin T., Summers M., Nielsen E., and Stein T.C.

Pretice-Hall, Inc. A Simon & Schuster, Englewood Cliffs, New Jersey. 1989. 666 p.

Gorshkov G.S. Catalogue of the active volcanoes of the World including solfatara fields. P. VII. Kurile islands. Inter. Volcanological Assoc. Napoli, Italia, 1958. 99 p.

Hannington N., Herzig P., Stoffers P. et al. First observations high-temperature submarine hydrothermal vents and massive anhydrite deposits of the north coast of Island // Marine Geology. 2001. V. 177. № 3-4. P. 199-220.

Hovland M., Judd A.G. Seabed Pockmarks and seepages. Graham and Trotman, 1988. 293 p.

Lipman P.W. The roots of ash flow calderas in western North America: windows into the tops of granitic batholiths // J. Geophys. Res. 1984. V. 89. № 10. P. 8219-8221.

Newhall C. G., Dyrizid D. Historical Unrest at Large Calderas of the World / U.S. Geological survey Bulletin 1885. U.S. Government Printing Office. Washington, 1988. V. 2. P. 609-611.

Sapper K. Katalog der geschichtlichen Vulkanausbrüche. Straßburg: R.J. Trubner, 1917. P. 118.

Simkin T. and Siebert L. Volcanoes of the World. Geoscience Press. Inc. Tucson. Arizona, 1994. 349 p.

Sigursson H., Houghton B.F., McNutt S.R. et al. Encyclopedia of Volcanoes. Academic Press. San Francisco-New York-Boston-London-Sydney-Toronto, 2000. 1417 p.

Steinberg G.S., Pisknov B.N. Communication // Bul. of Volcanic Eruptions. Volcanol. Soc. of Japan. IUGG. 1989. № 26. P. 85.

Williams H. Calderas and their origin // Bull. Dep. Geol. 1941. V.25. № 6. P. 239-346.

Worthington T.J., Gregory M. R., Bondarenko V.I. The Denham Caldera on Raoul Volcano: dacitic volcanism in the Tonga-Kermadec arc // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 1999. V. 90. № 1-2. P. 29-48.

On probable submarine volcanic activity in region the Chernye Bratia island volcanic (the Kurile islands)

V.I. Bondarenko¹, V.A. Rashidov²

¹State Nekrasov University of Kostroma, 15600 Kostroma 1 May street, 14.

Fax: (0942)3111322; e-mail: kgpu@kosnet.ru

²Institute of Volcanic Geology and Geochemistry FED RAS, 683006, Petropavlovsk-Kamchatsky, Piip Blvd., 9. Fax: (415-22)59130; e-mail: rashidva@kcs.iks.ru

Two calderas can be distinguished within the Chernye Bratia volcanic massif: Gorshkov caldera and Outer Gorshkov caldera. Chernye Bratia islands host 13 volcanic edifices including three active ones. Chirpoi island is characterized by high fumarolic activity. During marine volcanological survey several acoustic anomalies were registered probably indicating submarine gas-hydrothermal activity within the massif.